

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**

Escala 1:50.000

**INFORME COMPLEMENTARIO DE NEOTECTONICA**

Hoja nº 355 (28-14)

LECIÑENA

**Autores:**

**Gil Marín, C. (ENADIMSA)**

**Marqués Calvo, L.A. (ENADIMSA)**

**Julio, 1990**

## I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1.- METODOLOGIA .....	1
2.- CONTEXTO REGIONAL Y GEODINAMICO .....	5
3.- ESTRUCTURA NEOTECTONICA .....	8
4.- ANOMALIAS GEOMORFOLOGICAS .....	13
5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	16
6.- BIBLIOGRAFIA .....	19

## 1.- METODOLOGIA

El Mapa Neotectónico a escala 1:50.000 de la Hoja de Leciñena (28-14) se ha realizado siguiendo la metodología establecida en el dossier sobre "Métodos y Leyendas del Mapa Neotectónico a escala 1:200.000", del ITGE, con algunas modificaciones introducidas para adaptarse a la nueva escala de trabajo, recogidas en la normativa del ITGE (1990).

De manera esquemática, la elaboración de un Mapa Neotectónico conlleva las siguientes etapas:

1. Confección de un Mapa de Infraestructura Geológica, a partir del Mapa Geológico y del Mapa Geomorfológico de la Hoja. En él, y tomando como referencia la base del Mioceno superior (unos 12 m.a.) se diferencian los terrenos pre-neotectónicos de los neotectónicos. En estos últimos se diferencian todos, sin incluir la litología, precisando el método y fiabilidad de la datación. Entre los primeros se destacan especialmente los materiales susceptibles de originar fenómenos diapíricos y despegues.

Asimismo se incluye una selección de estructuras pre-neotectónicas, especialmente aquellas que hayan podido ser reutilizadas en la época neotectónica.

2. Sobre el Mapa de Infraestructura se reflejan a continuación:

- a) Todas las anomalías geomorfológicas lineales y areales con significado neotectónico, así como las superficies deposicionales o erosivas que puedan utilizarse como marcadores de deformaciones recientes.
- b) Las estructuras neotectónicas puntuales, lineales y areales, conocidas a partir de la información existente y del reconocimiento de campo: fallas, pliegues, áreas de elevación o subsidencia, etc.
- c) Otros datos conocidos de relevancia neotectónica: manifestaciones geotérmicas, zonas de alteración, fallas profundas, isobatas de formaciones recientes, datos instrumentales, etc.
- d) Los datos sismológicos. Se proyectan los epicentros de todos los terremotos históricos e instrumentales que han tenido lugar en el territorio de la Hoja. Las máximas intensidades sentidas se reflejan en un esquema de isosistas adjunto, cuyo valor de fondo es de intensidad IV.
- e) Las fallas activas existentes desde el Mio-Plioceno, clasificadas de acuerdo con la actividad neotectónica y la relación con la sismicidad (cuadro I).

El reflejo de todas las actividades realizadas en los puntos 1 y 2 junto con la leyenda, símbolos y esquemas regionales constituyen el Mapa Neotectónico a escala 1:50.000, que además se completa con la presente memoria y las fichas de Puntos de Interés Neotectónico.

cuadro I

NEOTECTONICA	MANIFESTACION NEOTECTONICA EN SUPERFICIE					SIN MANIF.
	Observaciones directas en superficie (0-100m) sobre señales datadas			Nada de rupturas observadas en superficie sobre señales datadas		
	Plio-Mio	Pleist. inf.	Holoc-Pleist.	Haz de indicios (cf. Tabla 1)	indicio aislado	Nada de indicios
SISMICIDAD	6 Ma	-1,8 Ma	-700.000			
Sism.histórica (1) y/o instrumental (2).	A3	A2	A1	B	C	D
Nada de sism. descubierta	a3	as	al	b	c	d

## 2.- CONTEXTO REGIONAL Y GEODINAMICO

La Hoja de Leciñena (28-14) está situada en la parte central de la Cuenca del Ebro, al NE de la ciudad de Zaragoza. La Cuenca el Ebro es la fosa de antepaís de la Cordillera pirenaica, rellena por depósitos marinos terciarios en la base y molasas continentales encima. En su borde septentrional es cabalgada por las unidades alóctonas del Pirineo. En los bordes meridionales las molasas son cabalgadas o se apoyan sobre el sustrato preterciario de los Catalánides y de la Cordillera Ibérica, indistintamente.

En la mayor parte de la Cuenca los depósitos terciarios están poco o nada deformados, apareciendo en posición subhorizontal. Unicamente están plegados en algunas áreas, como el sector navarro-riojano, el borde pirenaico y la parte septentrional de la Depresión Central Catalana, en esta última existen pliegues suaves que tienen materiales evaporíticos en el núcleo.

La estructura de plegamiento es prácticamente inexistente a escala regional, no existiendo estructuras cartografiables ni apenas accidentes tectónicos señalables.

Los materiales preneotectónicos son de edad Miocena (Aragoniense-Vallesiense) presentándose en posición subhorizontal. La composición de estos materiales es predominantemente yesífera, existiendo tramos detríticos finos (arenas y arcillas) y carbonatados.



Los materiales de edad neotectónica, excepto los niveles más altos aflorantes en la Sierra de Alcubierre que pueden ser vallesienses, corresponden a depósitos del Pleistoceno superior y holoceno. Estos materiales cuaternarios son básicamente depósitos de terrazas y glacis, además existen otros depósitos aluviales y coluviales, palustres, etc.

No existen en la hoja dataciones de estos depósitos, habiéndose asignado sus edades en función de criterios geomorfológicos regionales.

### 3.- ESTRUCTURA NEOTECTONICA

La estructura de mayor envergadura localizada en la hoja de Leciñena corresponde con un basculamiento de los materiales terciarios aflorantes en la esquina nororiental de la hoja. Dicho basculamiento, que se produce hacia el SW, aparece con carácter generalizado en todo el ámbito de la sierra de Alcubierre. Podría ser que este basculamiento general de la Sierra, se produjera a favor de fallas escalonadas, sin manifestación superficial, cuyo funcionamiento se situaría en el Mioceno superior, aunque su datación es incierta. Aún así debería comprobarse por métodos indirectos.

También en el área nororiental de la hoja, a la altura del Km 29 de la carretera entre Leciñena y Alcubierre, aparece una serie de pliegues de escala métrica a decamétrica orientados en dirección ONO-ESE. Los buzamientos de las capas son elevados, llegando a estar invertidos, y produciendo una vergencia general de las estructuras hacia el NE. La génesis de estos pliegues no parece responder directamente a la actuación de un campo regional compresivo, dado que se trata de estructuras aisladas, no habiéndose encontrado formas similares en otras áreas. De otra parte, a pesar de que la datación de los materiales terciarios presentes en la hoja es algo imprecisa (Aragoniense), los materiales aquí afectados están relativamente altos en la serie, siendo improbable la existencia de esfuerzos compresivos generalizados posteriormente a su depósito. La existencia en esta zona de materiales plásticos (yesos y margas) hace pensar en un posible origen diapírico, no obstante debemos hacer notar la orientación

constante de las estructuras y la escasa presencia de fallas relacionadas con estos pliegues.

A unos 4 Km al Este del pueblo de Perdiguera, junto a la Ermita de Sta Cruz, se localizan dos fallas normales con planos de falla casi verticales y buzando hacia el Oeste que presentan saltos del orden de 20-25 m. Los materiales afectados pertenecen a la Unidad Alcubierre, siendo de los materiales más modernos, dentro del Mioceno, localizados en la hoja, posiblemente de edad Vallesiense.

Adosado a la falla más occidental de las arriba citadas se muestra un sinclinal, limitado al Este por una pequeña falla inversa, cuya génesis parece estar controlada por procesos halocinéticos. La orientación de esta estructura es NO15.

Se han medido tres estaciones de diaclasas en la hoja. Una de ellas en las proximidades de Villamayor sobre materiales de la formación Zuera-Lanaja que presenta una familia dominante en dirección N-S y otra más minoritaria en dirección E-W. Las otras dos se han medido en la Sierra de Alcubierre, en materiales próximos al techo de la serie aflorante en la hoja. Una de ellas presenta una familia dominante en dirección N 25 y otra menos representada en dirección N 125. La otra, presenta un máximo de diaclasas en dirección N105 y otra con menor representación en dirección N005.

También se han localizado dos puntos con microfallas, uno junto a la ermita de Sta Cruz y otra en un glacis cuaternario junto al pueblo de Perdiguera. En varias de estas fallas se ha podido comprobar un desplazamiento de tipo normal, pero la escasez de datos, sobre todo en lo referente a la orientación de las estrías de falla nos ha impedido realizar

un análisis estadístico para la determinación de paleoesfuerzos. En la estación de la Ermita de Sta Cruz, las direcciones principales de planos de falla son N-S y E-O y en la estación de Perdiguera N-S y ONO-ESE.

Según SIMON et al. (1988) la aparición de estos sistemas de fracturas ortogonales se da bajo un sistema de esfuerzos próximo a radial ( $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  horizontales y con valores muy próximos entre si) que parece instaurarse en la Depresión Central del Ebro desde el inicio del Neógeno. Según este modelo, se desarrolla una primera familia de diaclasas ortogonalmente al eje de máxima distensión ( $\sigma_3$ ) que suele tomar orientaciones entre E-O y NE-SO; la aparición de esta primera familia de diaclasas originaría el intercambio de los ejes  $\sigma_2$  y  $\sigma_3$  induciendo la generación de un segundo sistema de fracturas ortogonalmente al primero.

Según este modelo, y dada la constancia de las estructuras a lo largo de la serie llegando a alcanzar a materiales cuaternarios, parece ser que perdura un régimen distensivo casi radial con  $\sigma_3$  en dirección entre E-O y ESE-ONO al menos desde el Aragoniense o Vallesiense hasta el Pleistoceno superior.

Atendiendo a esta discusión, es posible que la aparición de las fallas de la Ermita de Sta Cruz sea consecuencia directa de este régimen de esfuerzos, dado que presentan una orientación idónea para su formación.

Las estructuras más modernas que se han localizado en la hoja afectan a los depósitos de glaciares y terrazas desarrolladas por los sistemas fluviales en el Cuaternario.

Estas deformaciones corresponden a pliegues y fallas normales o inversas asimilables a fenómenos diapíricos ocasionados por materiales plásticos, fundamentalmente yesos, que aparecen muy extendidos en toda la hoja.

También relacionados con los materiales yesíferos se desarrollan colapsos kársticos por efecto de la disolución subsuperficial. Estos procesos son excepcionalmente frecuentes y con desarrollo considerable en las terrazas de la esquina suroccidental de la hoja, en las proximidades de la desembocadura del río Gállego en el Ebro.

Todos estos procesos, diapirismo y disolución subsuperficial, no pueden considerarse como tectónicos, no obstante son de gran importancia por los problemas geotécnicos que ocasionan, más aún considerando que nos hallamos en las proximidades del núcleo urbano de Zaragoza.



#### 4.- ANOMALIAS GEOMORFOLOGICAS

En lo referente a las anomalías geomorfológicas presentes en la hoja de Lecifñena cabe destacar la existencia de un encajamiento de las terrazas inferiores del Gállego. Respecto a este punto se manifiesta RIBA (1983) apuntando que el encajamiento de las terrazas del Ebro y Gállego en los alrededores de Zaragoza está producido por una subsidencia diferencial, más acusada en el centro de la cuenca que en los márgenes de la misma.

No obstante, no poseemos suficientes datos como para afirmar la existencia de movimientos subsidentes en el área, siendo necesario un análisis detallado del tema.

Hemos de señalar respecto a este punto que cuando el curso del Gállego alcanza los terrenos yesíferos del centro de la cuenca, desarrolla terrazas más potentes que aguas arriba. Este hecho queda favorecido por la disolución subsuperficial de las sales infrayacentes, permitiendo un mayor desarrollo vertical de los depósitos aluviales sin intervención de procesos tectónicos. En este sentido, según hemos visto anteriormente, existen multitud de pruebas a favor de procesos de disolución en el área con manifestaciones superficiales.

Otra anomalía geomorfológica representada en distintos puntos del área la constituye la existencia de pequeñas cuencas endorreicas en las que se desarrollan sistemas palustres con grandes fluctuaciones estacionales. La génesis de estas



depresiones no puede ser achacada a procesos tectónicos, sino que está condicionada por fenómenos de disolución de yesos.

Se han localizado también algunas incisiones lineales de la red de drenaje, pero no existe evidencia alguna de que estén controladas por accidentes tectónicos.

Asimismo, existe en el cuadrante nororiental de la Hoja un alineamiento de crestas, pero tampoco existen indicios a favor de un control tectónico, pareciendo más bien el resultado de una evolución normal de los procesos de modelado del relieve.

5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

La actividad neotectónica en la hoja de Leciñena no es de mucha importancia, de hecho, las estructuras recientes encontradas son escasas y poco espectaculares.

Destaca por su embargadura en el área un basculamiento de escasa entidad en el ángulo nororiental de la hoja, que se manifiesta con carácter generalizado en todo el ámbito de la Sierra de Alcubierre. Dado que los materiales afectados son de edad Aragoniese o posiblemente vallesiese, este basculamiento debió producirse en el Mioceno superior o más recientemente.

Otras estructuras presentes en la hoja son sistemas ortogonales de diaclasas, que en algunos puntos presentan pequeños desplazamientos normales. Estas estructuras pueden ser importantes dado que aportan información sobre los esfuerzos que las originaron. De acuerdo con el modelo de SIMON et al. (198) estos sistemas ortogonales de fracturas se originan bajo un régimen de esfuerzos de distensión próxima a radial.

Por la orientación de estas estructuras y de la edad de los materiales afectados, deducimos, de acuerdo con el citado modelo que la dirección del eje de esfuerzos  $\sigma_3$  se orienta en dirección ESE durante parte del Mioceno superior y alcanzando al menos al Pleistoceno inferior con pocas variaciones.

Compatible con este estado de esfuerzos, aparecen en la parte oriental de la hoja, junto a la Ermita de Sta Cruz, dos fallas normales con orientación NNE y saltos de unos 20 a 25 m. También se muestran con frecuencia fracturas normales de escaso desplazamiento (cm a dm) con orientación NNE en las facies calcáreas más altas de la Sierra de Alcubierre.

Por lo que respecta a deformaciones más recientes encontradas hemos de señalar que son producidas siempre por procesos halocinéticos y de disolución de sales. Estas deformaciones responden a pliegues, fallas normales e inversas

6.- BIBLIOGRAFIA

ALBERTO, F.; GUTIERREZ, M.; IBAÑEZ, M.J.; MACHIN, J.; PEÑA, J.L.; POCIVI, A. y RODRIGUEZ VIDAL, J. (1984).- El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la región aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes. Univ. de Zaragoza. Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza, 217, pp. 2 mapas.

ALFARO, J.A.; CASAS, A.M. y SIMON, J.L. (1987).- Ensayo de zonación sismotectónica en la Cordillera Ibérica, Depresión del Ebro y borde sur Pirenaico. Estudios Geológicos, 43, pp. 445-457.

BENITO, G. (1987).- Karstificación y colapsos karsticos en los yesos del sector central de la Depresión del Ebro. AEQUA. VII Reunión sobre el Cuaternario, Santander, pp. 99-102.

BENITO, G. (1987).- Karstificación y colapsos karsticos en los yesos del sector central de la Depresión del Ebro (Aragón, España). Cuaternario y Geomorfología, 1, 71-76. Zaragoza.

BENITO, G. y CASAS SAINZ, A.M. (1987).- Cantos impresos en los depósitos cuaternarios del sector centro-occidental de la Depresión del Ebro. AEQUA. VII Reunión sobre el Cuaternario, Santander, pp. 267-270.

BENITO, G. y CASAS, A. (1987).- Small-scale deformations in quaternary deposits in the northeastern iberian Peninsula. *Géologie Méditerranéenne*, 14, 233-243.

BENITO, G. y GUTIERREZ, M. (1987).- Karst in gypsum and its environmental impact on the middle Ebro Basin (Spain). En: BECK, B.F. (Ed.). *Karst Hidrogeology. Engineering and Environmental Applications*, Balkema, 137-141.

BENITO, G. (1989).- Geomorfología de la Cuenca Baja del río Gallego. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, 764 p. Zaragoza (Ined.).

DANTIN, J. (1942).- Distribución y extensión del endorreísmo aragonés. *Est. Geogr.* 3, 505-595. Madrid.

DE BREMAECKER, J.C. (1987).- Thrust sheet motion and earthquake mechanisms. *Earth and Planetary Science Letters*, 83, pp. 159-166.

GONZALEZ, J. y ARRESE, F. (1977).- Las terrazas del río Gallego en su curso inferior y medio. Aspectos morfológicos y sedimentológicos. *Rev. Acad. Ciencias de Zaragoza*, 32 (1-2), 109-123.

GUTIERREZ, M.; SIMON, J.L. y SORIANO, A. (1986).- Algunos aspectos de la tectónica neógeno y cuaternaria en el sector central de la Depresión del Ebro. *Boletín Geológico y Minero T.XCVIII-I*, pp. 9-21.

GUTIERREZ, M.; RODRIGUEZ, J. y BENITO, G. (1988).- Piping in badlands areas of the middle Ebro Basin *Catena Supplement*, 13, 49-60.



IBAÑEZ, M.J. (1975).- El endorreismo del sector central de la Depresión del Ebro. Cuad. Inv. Geogr. T. I, pp. 35-48.

I.P.G.E. (1990).- Mapa Geológico Nacional. Escala 1:50.000 (MAGNA). Modelo de Hoja. Anexo V: Neotéctonica.

MUNUERA, J.M. (1963).- A Study of Seismicity on the Peninsula Iberica Area. Mems. Inst. Geogr. y Catastral, t. XXXII.

MEZCUA, J. y MMARTINEZ, J.M. (1983).- Sismicidad del Area Ibero-Mogrebí. Inst. Geogr. Nac., Madrid.

RIBA, O. (1983).- La Cuenca del Ebro. Evolución geológica postalpina y neotectónica. Libro Jubilar J.M<sup>a</sup> Ríos. Geología de España, T. 2, tema IV.1.3, p. 921. I.G.M.E.

SIMON, J.L. (1989).- Late Cenozoic stress field and fracturing in the Iberian Chain and Ebro Basin (Spain). Journal of Structural Geology, vol. 11., nº 3, pp. 285-294.

SIMON, J.L.; SERON, F.J. y CASAS, A.M. (1988).- Stress deviation and fracture development under multidirectional extension regime. Mathematical and experimental approach with field examples. Annales Tectonicae, 2(1), 21-32.

SORIANO, M.A. (1988).- Dolinas aluviales y su impacto ambiental en las proximidades de Zaragoza. II Congr. Geol. de España, Granada. Comunicaciones, Vol. 2, pp. 495-498.